

c)

# APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING ROTARY SHEAR

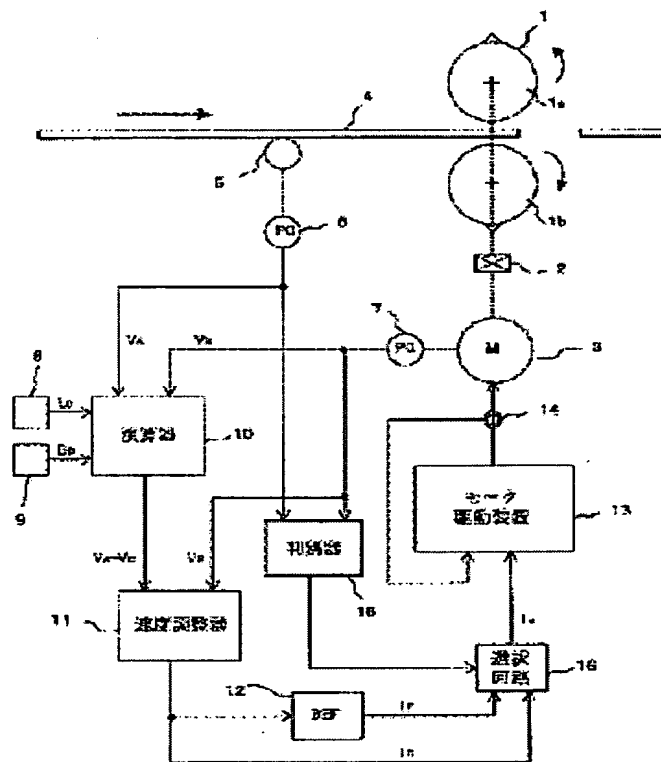
**Patent number:** JP2003127023  
**Publication date:** 2003-05-08  
**Inventor:** ABE YOSHIO  
**Applicant:** NIPPON RELIANCE KK  
**Classification:**  
 - international: **B23D25/12; B23D36/00; B26D1/40; B26D5/20; B23D25/00; B23D36/00; B26D1/01; B26D5/20; (IPC1-7): B23D36/00; B23D25/12; B26D1/40; B26D5/20**  
 - european:  
**Application number:** JP20010327512 20011025  
**Priority number(s):** JP20010327512 20011025

COPY

Report a data error here

## Abstract of JP2003127023

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an apparatus for controlling a rotary shear, which can contribute to the improvement of productivity and accuracy of the cut-off length in the whole speed range of a production line.  
**SOLUTION:** When at least one of a travelling speed of a material 4 to be cut-off and a rotational speed of a cutter exists within a predetermined range by means of a discriminator 15 and a selective circuit 16, a gain in a predetermined resonance frequency band width of a machine is lowered via a band-elimination filter 12. When both of the travelling speed of the material to be cut-off and the rotational speed of the cutter do not exist within a predetermined range, the band-elimination filter is bypassed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



【特許請求の範囲】

【請求項1】刃物を回転させるモータを駆動するモータ駆動装置と、このモータ駆動装置の制御系に入れられた帯域除去フィルタとを備え、刃物の回転速度を被切断材料の走行速度に同期して被切断材料を切断するロータリーシャアの制御装置において、

前記被切断材料の走行速度および前記刃物の回転速度の少なくとも一方が予め設定された範囲内にあるとき、前記帯域除去フィルタを介して予め設定された機械の共振周波数帯域でのゲインを低下させ、前記被切断材料の走行速度および前記刃物の回転速度の両方が予め設定された範囲内になく、前記帯域除去フィルタをバイパスさせることを特徴とするロータリーシャアの制御装置。

【請求項2】刃物を回転させるモータを駆動するモータ駆動装置を備え、刃物の回転速度を被切断材料の走行速度に同期して被切断材料を切断するロータリーシャアの制御装置において、

前記刃物の回転速度と、前記被切断材料の走行速度と、前記被切断材料の切断長と、前記刃物の周長とから、前記モータ駆動装置へのトルク指令を演算するトルク指令演算手段と、

前記トルク指令演算手段の出力するトルク指令から機械共振周波数成分を除去する帯域除去フィルタと、

予め実測された機械共振を生じる前記刃物の回転速度の範囲および前記被切断材料の走行速度の範囲を設定しておく手段と、

前記ロータリーシャアの運転時の前記刃物の回転速度および前記被切断材料の走行速度の少なくとも一方が前記設定された範囲内にあるかを判別し、選択信号を出力する判別手段と、

前記選択信号に基づいて、前記刃物の回転速度および前記被切断材料の走行速度の少なくとも一方が、前記設定された範囲内にある場合には、前記帯域除去フィルタの出力するトルク指令を前記モータ駆動装置に入力し、前記刃物の回転速度および前記被切断材料の走行速度の両方が、前記設定された範囲内になく場合には、前記トルク指令演算手段の出力するトルク指令を前記モータ駆動装置に入力する選択手段と、を備えるロータリーシャアの制御装置。

【請求項3】刃物の回転速度を被切断材料の走行速度に同期して被切断材料を切断するロータリーシャアの制御方法において、

前記被切断材料の走行速度および前記刃物の回転速度の少なくとも一方が予め設定された範囲内にあるとき、帯域除去フィルタを介して予め設定された機械の共振周波数帯域でのゲインを低下させ、前記被切断材料の走行速度および前記刃物の回転速度の両方が予め設定された範囲内になく、前記帯域除去フィルタをバイパスさせることを特徴とするロータリーシャアの制御方法。

【請求項4】予め設定される機械の共振周波数が1つま

たは複数であることを特徴とする請求項3に記載のロータリーシャアの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転する刃物が走行する材料に追従しながら材料を設定長に切断するロータリーシャアの制御装置および方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】鋼板、ステンレス鋼板、アルミニウム板、紙、ダンボール、フィルムなどのウェブを最終プロセスにおいて切断する場合、代表的な走間切断機であるロータリーシャア（ロータリカッタまたはフライングシャアとも言う）が使用される。

【0003】近年、ロータリーシャアが使用されているプロセスラインの生産性を向上させるために、その駆動モータのイナーシャを含めた総機械重量の軽量化、即ちモータ負荷の軽量化が図られている。ロータリーシャア（刃物）を軽量化して加速時間を短縮する一方、被切断材料の走行速度を高速にして生産性を上げることが望まれている。この軽量化は機械の剛性の低下を招き、捻れ振動を起こさせるだけでなく、いろいろな機械固有の共振を発生させる原因になっている。共振の発生を防ぐためには制御系の速度調整器（ASR）のゲインを下げる方法が取られるのが普通であるが、ゲインを下げることは速度誤差が残るため切断長精度が悪くなる欠点があった。

【0004】そこで考え出された方法の一つに、制御系に帯域除去フィルタ（BEF）を入れる方法が知られている。この方法によれば、予め測定した機械共振周波数に帯域除去フィルタの周波数特性を合わせておいて、共振周波数成分を除去している。

【0005】図1は、機械共振周波数の帯域除去フィルタを備えた従来のロータリーシャアの制御装置の一形態を示すブロック図である。これは刃物回転速度 $V_B$ が被切断材料走行速度 $V_A$ に同期して、被切断材料を切断するロータリーシャアの代表的な制御装置である。

【0006】ロータリーシャア1は、上刃1aと下刃1bとよりなり、減速機2を介してモータ3により駆動される。被切断材料4の走行速度は、メジャーリングロール5により検出される。モータ3およびメジャーリングロール5には、それぞれ、パルスエンコーダ（PG）6、7が取り付けられている。

【0007】モータ3を制御する制御装置は、切断長設定器8、刃物周長設定器9、演算器10、速度調整器（ASR）11、帯域除去フィルタ（BEF）12、モータ駆動装置13、電流検出センサ14を備えている。

【0008】このような制御装置により、切断設定長 $L_0$ 、刃物の1回周長（円周） $B_0$ 、被切断材料走行速度 $V_A$ および刃物回転速度 $V_B$ から、ロータリーシャア（刃

物) 駆動モータ3の速度基準を導き出している。まず、切断長設定器10の設定長 $L_0$ と、刃物周長設定器9の設定長 $B_0$ と、メジャーリングロール5に連動するパルスエンコーダ6が検出する被切断材料4の走行速度 $V_A$ と、モータ3に連動するパルスエンコーダ7が検出する刃物回転速度 $V_B$ から、残長 $\Delta L$ を下記の理論式をもとに演算する。

【0009】

【数1】

$$\Delta L = L_0 - B_0 - \{V_A \cdot dt + \{V_B \cdot dt$$

ここで、 $\{V_A \cdot dt$ は被切断材料の走行長であり、 $\{V_B \cdot dt$ は刃物の回転移動長である。

【0010】この理論式は、特公昭56-41398号公報や特公昭59-33488号公報に記載された方法と、基本的に同じであり、公知の技術である。

【0011】前記理論式の演算は、切断完了をリセットのタイミングとして演算が開始されるとすれば、残長 $\Delta L$ は切断完了から次の切断までゼロに向かって進むことが容易に理解できる。

【0012】この残長 $\Delta L$ を速度に変換したものを $V_C$ として、 $(V_A - V_C)$ が演算器10から出力される。この速度差 $(V_A - V_C)$ を速度基準として、刃物回転速度 $V_B$ をフィードバックとして速度調整器11に入力する。速度調整器11の出力は、帯域除去フィルタ12を通してトルク指令としてモータ駆動装置13に与えられる。帯域除去フィルタ12は、機械の共振周波数成分を除去するように設定されている。このようにしてモータ3が駆動され、ロータリーシャー1が制御される。

【0013】残長 $\Delta L = 0$ になる期間中において、材料が切断される。すなわち、 $V_C = 0$ のときに切断が行われる。このことを言いかえると、速度調整器11の速度誤差 $(V_A - V_C) - V_B$ がゼロであれば $V_A = V_B$ となる。これは刃物回転速度 $V_B$ と被切断材料走行速度 $V_A$ とが同期していることを意味する。

【0014】また、刃物は切断から次の切断まで1回転するので $\{V_B \cdot dt = B_0$ となるから、前記理論式において、残長 $\Delta L = 0$ のとき、 $\{V_A \cdot dt = L_0$ となる。即ち、 $\{V_A \cdot dt$ は、切断から次の切断までに材料が走行した距離となるから、切断された材料の長さは切断設定長 $L_0$ に等しいことを意味する。

【0015】前述したように、演算のスタートは切断完了時点であり、演算器10には当然、各演算のリセットのタイミングになる切断完了センサー信号が必要であるが、図1では省略している。また、切断設定長 $L_0$ が長尺、短尺によって、切断直後の速度基準が変わるが、これは重要な要素ではないので説明を省略する。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】図1に示した従来の制御装置は、機械共振を抑制するためにトルク指令に帯域除去フィルタを入れている。帯域除去フィルタを入れた

場合よりは、制御系の速度調整器のゲインを比較的に上げることができ、精度が改善される効果がある。しかし、帯域除去フィルタといえども制御系に時間遅れ要素が入ることになるので、機械共振が発生しない制御領域でも、帯域除去フィルタがわずかなりとも作用して、制御の応答性を低下させる方向に影響し、ロータリーシャーライン全体の生産性を向上できないという問題があった。

【0017】本発明の目的は、このような問題を解決したロータリーシャーの制御装置および方法を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】一般的に、機械共振現象が顕著になるのは、被切断材料の走行速度 $V_A$ がある速度範囲にあるとき、または刃物の回転速度がある速度範囲にあるときである。被切断材料走行速度 $V_A$ は、直接にはロータリーシャー(刃物)とは関係ないが、切断時およびその前後において刃物回転速度 $V_B$ が被切断材料走行速度 $V_A$ に同期するので、被切断材料走行速度 $V_A$ の速度範囲と機械共振現象とは関係がある。

【0019】経験的に言えば、機械共振周波数はロータリーシャー速度が低いときに発生しやすく、高速時は比較的に発生しにくい傾向がある。また、刃物が材料走行に同期したとき、即ち、切断時に材料走行速度 $V_A$ が比較的高いときには、共振は発生しにくい。

【0020】本発明は、このように機械の共振が顕著化する材料走行速度の範囲や、刃物の回転速度の範囲があることに着目し、機械共振が顕著化する範囲(領域)に関して、試運転時にデータを予め得ておき、そして、必要とされる領域でのみ、帯域除去フィルタを使用するようにした。

【0021】すなわち、本発明によれば、被切断材料の走行速度および刃物の回転速度の少なくとも一方が予め設定された範囲にあるときに、制御ループ系に入れた帯域除去フィルタを介して予め設定された機械の共振周波数帯域でのゲインを低下させ、それ以外では帯域除去フィルタをバイパスさせることによって、生産ラインの全体の速度範囲(領域)において生産性の向上と切断長精度の向上に寄与できるロータリーシャーの制御装置および方法を実現できる。

【0022】

【発明の実施の形態】図2は、本発明によるロータリーシャーの制御システムの一実施形態を示す概略的なブロック図である。この実施形態は、図1に示した従来のロータリーシャーの制御システムの改良であり、図1の構成に、プログラマブル判別器15および選択回路16をさらに付加したものである。

【0023】プログラマブル判別器15には、パルスエンコーダ6、7から、被切断材料走行速度 $V_A$ および刃物回転速度 $V_B$ が入力される。

【0024】選択回路16には、速度調整器11からのトルク指令 $I_R$ および帯域除去フィルタ12からのトルク指令 $I_F$ が入力される。選択回路16は、プログラマブル判別器15から出力される選択信号に基づいて、 $I_R$ または $I_F$ を選択して、モータ駆動装置13に入力する。

【0025】その他の構成は、図1に同じであり、したがって図2において、図1の構成要素と同一の構成要素には、同一の参照番号を付して示している。

【0026】前述したように、機械共振周波数はロータリシャ速度が低いときに発生しやすく、高速時は比較的発生がしにくい傾向がある。刃物が材料走行に同期したとき、即ち、切断時に材料走行速度 $V_A$ が比較的高いときは共振は発生し難い。これらの詳細なデータは、実機の試運転時に得ることができる。本発明では、これらのデータをもとに、予めそれぞれの範囲をプログラマブル判別器15にプリセットすることによって、帯域除去フィルタ12を必要と予測される制御領域だけに選択回路16が帯域除去フィルタ12を選択し、必要でない制御領域では帯域除去フィルタ12をバイパスさせる。

【0027】図3に、プログラマブル判別器15の機能ブロック図を示す。このプログラマブル判別器は、実測された共振が発生しやすい被切断材料走行速度 $V_A$ および刃物回転速度 $V_B$ の範囲を記憶する記憶部20と、記憶部に記憶された $V_A$ および $V_B$ の範囲とパルスエンコーダ6, 7から出力される $V_A$ および $V_B$ とを比較して判別する判別部21と、判別部での判別結果に従って、選択回路16への選択信号を発生する選択信号発生部22とから構成されている。なお、判別部21は、 $V_A$ 比較部23と、 $V_B$ 比較部24と、判定部25とを備えている。

【0028】以上の構成において、各構成要素は、アナログまたはデジタルのハードウェアで構成できるが、演算器10、速度調整器11、判別器15は、ソフトウェアによっても実現することができる。

【0029】以下に、本実施例の制御装置の動作を説明する。プログラマブル判別器15の記憶部20には、ロータリシャの試運転時に実測された共振が発生しやすい被切断材料走行速度 $V_A$ および刃物回転速度 $V_B$ の範囲を予め記憶、すなわちプログラム設定しておく。なお、共振が発生しやすい範囲は、1つの範囲のみならず、複数の範囲が存在することもある。

【0030】ロータリシャの運転が開始されると、プログラマブル判別器15の $V_A$ 比較部23、 $V_B$ 比較部24には、パルスエンコーダ6, 7から、 $V_A$ および $V_B$ がそれぞれ入力される。 $V_A$ 比較部23では、入力された $V_A$ を、記憶部20に設定されている $V_A$ の設定範囲と比較し、および、 $V_B$ 比較部24では、入力された $V_B$ を、記憶部20に設定されている $V_B$ の設定範囲と

比較する。それぞれの比較結果は、判定部25に入力される。

【0031】判定部25では、パルスエンコーダ6, 7からの $V_A$ 、 $V_B$ の少なくとも一方が設定範囲内にあるか、 $V_A$ および $V_B$ が共に設定範囲内にあるかを判定し、判定結果を、選択信号発生部22へ送る。選択信号発生部では、判定結果に基づいて選択信号を、選択回路16に出力する。

【0032】プログラマブル判別器15は、上記の動作を、ロータリシャが運転されている間、常時行う。

【0033】選択回路16は、プログラマブル判別器15から出力される選択信号に基づいて、帯域除去フィルタ12からのトルク指令 $I_F$ および速度調整器11からのトルク指令 $I_R$ のいずれかを選択する。すなわち、パルスエンコーダ6, 7からの $V_A$ 、 $V_B$ の少なくとも一方が設定範囲内であれば、トルク指令 $I_F$ を選択し、 $V_A$ および $V_B$ が共に設定範囲内になれば、トルク指令 $I_R$ を選択し、選択されたトルク指令 $I_0$ としてモータ駆動装置13に出力する。

【0034】以上のようにして、帯域除去フィルタ12の機能を必要としない制御領域（全体の大部分を占める）では、帯域除去フィルタ12をバイパスして、すなわち速度調整器11からのトルク指令 $I_R$ がモータ駆動装置13に与えられ、帯域除去フィルタ12の機能を必要とする制御領域では、帯域除去フィルタ12からのトルク指令 $I_F$ がモータ駆動装置13に与えられる。

【0035】したがって、帯域除去フィルタ12の機能を必要としない制御領域では、時間遅れ要素を除外できるので、高速応答で高精度な制御が可能となった。

【0036】本発明においては、モータ駆動装置13は高速応答性が必要なので、ベクトル制御インバータ、ブラシレス駆動装置、または直流チョップ式駆動装置が望ましく、またモータ3はそれらの駆動装置に対応して誘導電動機、同期電動機、直流電動機を使用する。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ロータリシャの制御に必要な応答性を低下させることなく機械共振振動を抑制することができる。このように、機械共振を抑制することによって、機械の磨耗や破損の低減にも貢献できるのみならず、生産性向上と切断長精度の向上に寄与できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】機械共振周波数の帯域除去フィルタを備えた従来のロータリシャの制御装置の一形態を示すブロック図である。

【図2】本発明によるロータリシャの制御装置の一実施形態を示す概略的なブロック図である。

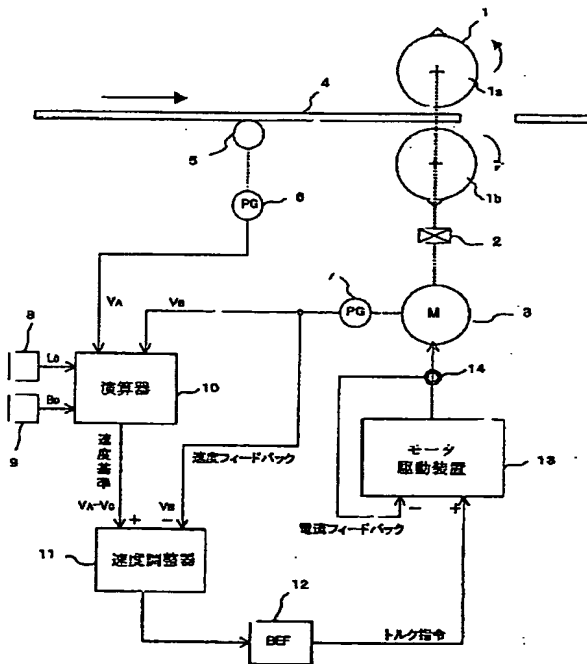
【図3】プログラマブル判別器の機能ブロック図である。

【符号の説明】

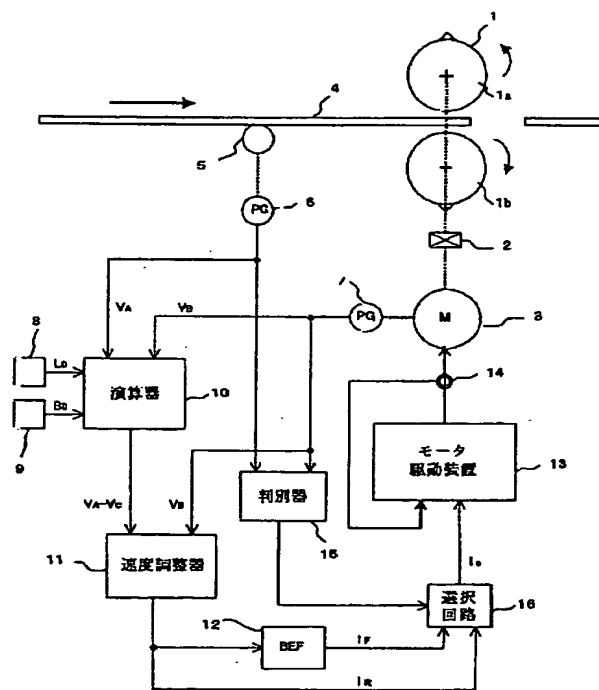
- 1 ロータリーシャー（刃物）
- 1a 上刃
- 1b 下刃
- 2 減速機
- 3 モータ
- 4 被切断材料
- 5 メジャーリングロール
- 6 パルスエンコーダ（PG）
- 7 パルスエンコーダ（PG）
- 8 切断長設定器
- 9 刃物周長設定器
- 10 演算器
- 11 速度調整器（ASR）
- 12 帯域除去フィルタ（BEF）
- 13 モータ駆動装置
- 14 電流検出センサー

- 15 プログラマブル判別回路
- 16 選択回路
- 20 記憶部
- 21 判別部
- 22 選択信号発生部
- 23  $V_A$  比較部
- 24  $V_B$  比較部
- 25 判定部
- $L_0$  切断設定長
- $B_0$  ロータリシャー（刃物）の円周設定長
- $V_A$  被材料走行速度
- $V_B$  ロータリシャー（刃物）回転速度
- $V_C$  残長（ $\Delta L$ ）の速度変換値
- $I_R$  フィルタされないトルク指令
- $I_F$  フィルタされたトルク指令
- $I_0$   $I_F$ と $I_R$ のなかから選択されたトルク指令

【図1】



【図2】



【図3】

